कोयले के विषय में ज्ञान कैसे हुआ?

मूल लेखक: आइसक एसिमोव

हिंदी अनुवाद: डा. सत्येन्द्र कुमार जैन

1) अग्नि

सभी लोगों ने कभी-न-कभी तो अग्नि को देखा ही होगा| हम झिलमिलाती पीली लपटों को जानते हैं, जो प्रकाश एवं ऊष्मा देती हैं| इन्हें हम तब देखते हैं, जब कोई वस्तु जल रही होती है| जब काठ/लकड़ी, कागज या कोई अन्य ज्वलनशील वस्तु जलती है तो हमें लपटें दिखाई देती हैं.

कोई वस्तु ज्वलनशील क्यूं बनती है?

प्रत्येक वस्तु सूक्ष्म/लघु अणुओं से बनती है| ये कण इतने लघु होते हैं कि इनको सूक्ष्मदर्शी से भी देखना संभव नहीं होता है| ये तत्व लगभग 100 प्रकार के होते हैं| दो सामान्य प्रकार के तत्व कार्बन परमाणु एवं हाइड्रोजन परमाणु हैं|

कार्बन के परमाणु, ऑक्सीजन के परमाणु के साथ जुड़ कर संलग्न हो सकते हैं| हाइड्रोजन भी ऑक्सीजन के साथ संलग्न होकर ऊष्मा उत्पन्न कर सकती है| इन परमाणुओं के संलग्न होने से ऊष्मा तथा प्रकाश भी उत्पन्न होता है| इसे ही हम जलना कहते हैं|

ज्वलनशील पदार्थ जैसे कि काठ/लकड़ी तथा कागज में कार्बन परमाणु एवं हाइड्रोजन अणु एक बड़ी संख्या में होते हैं| ये अणु अन्य अणुओं से मिलकर एक साथ झुण्ड में इकठ्ठा हो जाते हैं| इन जुड़े हुए गुच्छों को हम परमाणु कहते हैं|

लकड़ी तथा कागज में अणु, परमाणुओं के बड़े समूह होते हैं| ये परमाणु ठोस पदार्थ बनाते हैं, तथा ठंडी अवस्था में ऑक्सीजन के साथ संयोग नहीं करते| यदि कागज तथा लकड़ी को गर्म किया जाये, तो उनके बड़े परमाणु छोटे परमाणुओं में टूट जायेंगे, और गर्म गैसों में परिवर्तित हो जायेंगे| वाष्प में कार्बन एवं हाइड्रोजन के परमाणु वायु की ऑक्सीजन के साथ संयोग करते हैं, जिससे ऊष्मा एवं प्रकाश उत्पन्न होता है| अग्नि में ये वाष्प बनते हैं व ऑक्सीजन के साथ संयोग करके ऊष्मा एवं प्रकाश प्रदान करते हैं|

वाष्प जलने के बाद ऊष्मा उत्पन्न होती है| इस ऊष्मा के कारण, गर्म होने वाले पदार्थ के निकट के अन्य ज्वलनशील पदार्थ भी जलने लगते हैं| यदि कागज का एक सिरा जल रहा है, इससे जो ऊष्मा उत्पन्न होगी, वह निकट के भाग को गर्म करके जला देगी तथा गर्म करके और भाग को भी जलायेगी, और इस प्रकार कागज जलता जायेगा|

तुम कागज के एक टुकड़े से आग शुरू करके टनों कागज जला सकते हो| इसके लिए तुम कागज़ को बस अग्नि में डालते रहो| इसी प्रकार पत्ती के ऊपर लगी एक छोटी चिंगारी आग फैलाकर सम्पूर्ण जंगल को जला सकती है|

आग अत्यधिक खतरनाक और भयानक होती है| लोगों को हर समय अग्नि से सावधान रहना चाहिये|

सौभाग्यवश, अग्नि सरलता से प्रारंभ नहीं होती| आग के लिए पहले छोटी सी चिंगारी से पदार्थ को उच्च तापमान पर गर्म करना होता है| अग्नि द्वारा प्रारंभ किये बिना इस उच्च तापमान को प्राप्त करना सरल नहीं है|

पहली आग किस प्रकार शुरू हुई? क्या मानव ने इसे प्रारंभ किया?

होमो-इरेक्टस बालक जलती लकड़ी के साथ

नहीं, मानव के पृथ्वी पर आने से भी पूर्व, लम्बे समय से पृथ्वी पर अग्नि थी| लगभग 40 करोड़ वर्ष पूर्व, जैसे ही पेड़ सूख कर गिरे तथा उन्होंने शुष्क धरती को ढंका तब से सदैव ही अग्नि की सम्भावना रही| पेड़ों का अधिकांश भाग लकड़ी के पदार्थ का बना होता है, और वे ज्वलनशील होते हैं, विशेषतः वर्षा न होने के कारण, जब वे विशेष रूप से सूखे होते हैं| तब जैसे ही बादल के साथ बिजली कड़कती है शुष्क पेड़ जल जाते हैं|

बिजली कड़कना

जब परमाणु से भी सूक्ष्म कण - इलेक्ट्रान बहते हैं, तब कड़कती बिजली से प्रकाश एवं ऊष्मा उत्पन्न होती है| जब कड़कती बिजली किसी पेड़ पर गिरती है, तो उसकी ऊष्मा से पेड़ में आग लग सकती है| फलस्वरूप, अग्नि अन्य वृक्षों तक फ़ैल सकती है, और शीघ्र ही पूरे जंगल में आग लग सकती है| आग तब तक जलेगी, जब तक कि वो पेड़ रहित क्षेत्र में न पहुँच जाये, अथवा जब तक उसे बुझाने योग्य भारी वर्षा न हो|

जंगल की आग में यदि जीव-जंतु फंस जायें, तो वे भी जल जायेंगे तथा नष्ट हो जायेंगे अथवा मर जायेंगे| अधिकांश जीव-जंतुओं को शीघ्र ही अग्नि के भय का ज्ञान हो जाता है, तथा वे वहां से भाग कर निकलते हैं| प्राचीन मानव, जो लाखों-करोड़ों वर्ष पूर्व थे और जिनको वन-मानुष कहते हैं, वे भी अग्नि से भयभीत होकर उससे दूर चले जाते थे|

फिर भी, वन-मानुष अन्य जानवरों से अधिक बुद्धिमान एवं जिज्ञासु थे| लगभग 5-लाख वर्ष पूर्व, अधिकतम बुद्धि वाले वन-मानुष को होमो-इरेक्टस कहा गया| होमो-इरेक्टस आज के मानव की तरह बुद्धिमान नहीं थे| आधुनिक मानव होमो-सेपियन्स हैं| फिर भी, होमो-इरेक्टस धरती के अन्य जानवरों/पशुओं की अपेक्षा अधिक बुद्धिमान थे|

होमो-इरेक्टस बुद्धिमान थे और अग्नि के विषय में उनकी जिज्ञासा, भय की अपेक्षा अधिक थी|

जंगल में अग्नि बुझ जाने के पश्चात् भी जमीन पर कुछ जलती हुई टहनियां अथवा पेड़ो की शाखायें रह जाती हैं| संभवतः, वन-मानुषों (होमो-इरेक्टस) के बच्चों ने (बच्चे बड़ों से भी अधिक जिज्ञासु होते हैं) इन टहनियों अथवा पेड़ो की शाखाओं के निकट आकर उनको जलता हुआ देखा होगा| उन्होंने टहनियों को आग पकड़ते देखा होगा| कुछ समय पश्चात्, विशेषतः किसी बहादुर बच्चे ने उस अनजली टहनी को पकड़ कर उसे अग्नि में रख दिया होगा| उस टहनी ने अब जलना शुरू करा होगा|

पहली बार इस प्रकार का खेल गया होगा, जिसमे खतरा भी होगा| फिर भी, कुछ वन-मानुष (होमो-इरेक्टस) युवाओं ने ऐसे बच्चों को देखा होगा तथा उन्हें चारों ओर अग्नि से आराम मिला होगा|

आप अग्नि में एक समय में केवल थोड़ी सी मात्रा ज्वलनशील पदार्थ रखें| बाकी ईंधन आप उससे कुछ दूरी पर रखें तो अग्नि न तो फैलेगी और न ही कोई खतरनाक विस्फोट होगा|

नियंत्रित अग्नि प्रकाश एवं गर्माहट देगी| अन्य छोटे-बड़े सभी जंतु/जानवर अग्नि से भयभीत होकर उससे दूर रहेंगे| अग्नि के निकट सोने से वन-मानुष, शिकारी जानवरों से ज्यादा सुरक्षित रहते थे| यह बात केवल कल्पना की उड़ान नहीं है| उत्तरी चीन की गुफाओं में होमो-इरेक्टस की अस्थियाँ प्राप्त हुई, जो लगभग 5-लाख वर्ष पुरानी हैं| और उनके निकट अग्नि के अवशेष/संकेत भी मिले|

केवल होमो-इरेक्टस तथा अधिक बुद्धिवाले उनके प्राचीन होमों-सेपियन्स ने सदैव अग्नि को अपने वश और नियंत्रण में रखा| हजारों वर्षों से मानव को अग्नि के उपयोग का ज्ञान था| जबकि अधिकतम बुद्धि वाले जानवरों को भी अग्नि का उपयोग की जानकारी नहीं थी|

जैसे-जैसे समय व्यतीत होता गया, अग्नि के अनेक उपयोगों की खोज होती गयी|
एक अप्रत्याशिक घटना से यह प्रारंभ हुई कि यदि मांस को अग्नि पर गर्म किया जाये, तो वो चबाने में सरल होता है| उससे स्वाद भी अच्छा बना| ऐसा पका भोजन खाने के लिये अधिक सुरक्षित भी था| यद्यपि, आदिम मानव को इसका ज्ञान नहीं था कि ऊष्मा भोजन के जीवाणुओं एवं अन्य परजीवियों को मार कर समाप्त कर देती है|

इसके आगे के युग में यह पाया गया कि अग्नि नरम मिट्टी को पका कर कठोर मिट्टी के बर्तन में परिवर्तित कर देती है| अग्नि द्वारा रेत/बालू एवं अन्य खनिजों के मिश्रण को काँच बनाने के लिय पिघलाया जा सकता है| अग्नि से कुछ पत्थरों/चट्टानों - जिनको अयस्क कहते हैं, उनको गर्म करके तम्बा, वंग, तथा लौह जैसी धातुओं को बनाया जा सका|

वैसे अग्नि से खतरे/डर भी थे| इससे दुर्घटना हो सकती है| आग घरों, भोजन, सामान और मनुष्यों को भस्म कर जला भी सकती थी| जब आग नहीं फैलती, तब भी वो धुआं उत्पन्न करती, जिससे वस्तुएं बदबूदार व गन्दी हो जातीं और लोगों को खांसी होती|

जलने के पश्चात्, आग राख भी बचती थी, जो अग्नि के जलने पर उत्पन्न होती थी| फिर भी, अग्नि के उपयोग उसकी असुविधा की अपेक्षा कहीं अधिक महत्वपूर्ण थे| जब लोगों ने अग्नि को घरों के अंदर रखा, तब उन्होंने धुएं को बाहर निकलने के लिये चिमनी को बनाना सीखा| राख को एकत्रित करना तथा उसे कुछ दूरी पर फैंकना भी उन्होंने सीखा|

आग के फैलने के विपरीत इसकी एक समस्या और थी - इसका बुझ जाना|
प्रत्येक परिवार ने आग को बुझने से रोकने के लिये कठिन परिश्रम किया होगा| परिवार के युवा बच्चों द्वारा टहनियों एवं शाखाओं को एकत्रित करके अग्नि को निरंतर बनाये रखने के लिये उसे झाड़ते/हिलाते रहना भी एक महत्वपूर्ण कार्य रहा होगा| कभी-कभी जलती हुई टहनियों से ईंधन के अन्य ढेरों को भी जलाया गया होगा| कुछ टहनियों को जला कर किसी बर्तन में रख कर भी घर पर लाया गया होगा, जहाँ इसका उपयोग नयी अग्नि को प्रारंभ करने में किया गया होगा|

परन्तु तब क्या होगा, जब किसी की अग्नि बुझ जाये तथा कोई और अग्नि पहुँच में न हो| उस समय क्या किया जा सकता था? क्या लोग बिजली कड़कने की प्रतीक्षा या जंगल में आग लगने की प्रतीक्षा करते?

अग्नि का उपयोग तब तक संतोषजनक नहीं था, जब तक कि दामिनी/कड़क बिजली के बिना तथा पहले से ही जलती वस्तु के बिना, अग्नि को प्रारंभ करने के लिये कोई अन्य उपाय नहीं खोजा गया| लगभग, 9000 वर्ष पूर्व तक लोगों ने ऐसा करना नहीं सीखा था|

आग जलाता प्राचीन मानव

ऐसा कुछ दुर्घटनावश या किसी आकस्मिक घटना से हुआ होगा| आदि मानव ने पत्थरों से औजार बनायें| औजारों को आकार देने के लिये, उन्होंने एक पत्थर को दूसरी से टकराया होगा, जिससे कुछ छोटे टुकड़े बहार गिरे होंगे| एक पत्थर को दूसरे पत्थर से रगड़ने से पत्थर गर्म हुए होंगे| कभी-कभी निकले हुए सूक्ष्म टुकड़े गर्म रहे होंगे और चमकते होंगे और चिंगारी बनाने के लिये पर्याप्त गर्म होंगे|

यदि ये चिंगारी किसी ज्वलनशील वस्तु पर गिरती तो उससे आग शुरू हो सकती थी| लोग यह सीख गए होंगे कि पत्थरों को एक साथ कैसे टकराएँ ताकि चिंगारियां सूखी लकडियों और पत्तों पर गिरकर अग्नि को प्रारंभ कर सके| तब उनके पास यह अग्नि होगी, जिसे कहीं भी ले जाकर अग्नि को शुरू किया जा सकता था|

इसके लिये एक अन्य उपाय यह होगा कि पत्थर की एक नुकीली छड़ी को पत्थर की दूसरी छड़ी के छेद में रगड़ कर घर्षण किया जाये| घर्षण दोनों छड़ों को गर्म कर देगा, और यदि छेद में आग पकड़ने वाली वस्तु हो, तो वह आग पकड़ लेगी|

आग पैदा करने की कोई विधि सरल नहीं थी, परन्तु अग्नि अति महत्वपूर्ण थीं और उसे पैदा करने के लिये अनेक परेशानियाँ उठाना पड़ती थीं|

आधुनिक समय में हमने इस विधि को सरल कर दिया है| सिगरेट लाइटर में धातु का एक चक्र पत्थर के एक टुकड़े (फ्लिंट) से रगड़ खाता है| इससे चिंगारी बाहर निकलती है, जो ज्वलनशील वाष्पों (गैस) को जला देती है|

पहली माचिस की तीली

हम लकड़ियों को रगड़ कर घर्षण से उनको जला भी सकते हैं| आजकल, यद्यपि हम लकड़ी के टुकड़े को ऐसे रसायन से पोत देते हैं, जो गर्म करने पर सरलता से आग पकड़ लेता है| यही हमारी माचिस है|

एक सरल उपाय यह भी है कि पहले से ही मौजूद अग्नि में से थोड़ी आग उधार ले ली जाये| इसी कारण से हम चूल्हे/भट्टी पर मार्गदर्शी/पायलट दीपक रखते हैं| ये लघु-ज्योति हैं जो गैस के बहाव के द्वारा जलती रहती हैं| जब हम गैस बर्नर को जलने के लिये घुमाते हैं तो बाहर आने वाली गैस लघु-ज्योति या चिंगारी से आग पकड़ लेती है|

2) लकड़ी/काठ

धीरे-धीरे लोगों को अग्नि के नियंत्रण का ज्ञान हुआ| वो जान गए कि बुझने पर आग कैसे दुबारा जलाया जाये| उसके बाद बस ईंधन समस्या बची|

आग प्रारंभ करने के लिये मानव के पास सबसे अच्छा ईंधन लकड़ी थी| ध्रुवी क्षेत्र तथा रेगिस्तान के अलावा लकड़ी सभी जगह मिलती थी| एक बार सूखने के बाद यह सरलता से जलती थी बहुत तेज़ नहीं जलती थी| लकड़ी जलकर आग के साथ पर्याप्त ऊष्मा एवं प्रकाश देती थी| और अधिक क्या? क्यूंकि मानव लकड़ी नहीं खाते, इसलिए भोजन और आग के बीच कोई अंतर्विरोध नहीं था|

जब लकड़ी का एक बड़ा ढेर जल रहा हो, तो ढेर के बाहर की लकड़ियों में विद्यमान कार्बन एवं हाइड्रोजन परमाणु वायु की ऑक्सीजन से सरलता से संयोग करते हैं| यद्यपि हवा के लिये ढेर के मध्य की लकड़ी तक प्रवेश करना कठिन होता है|

लकड़ी जलना (फायरप्लेस)

लकड़ी के ढेर के केंद्र की लकड़ियाँ गर्म हो जाती हैं तथा उनके अणु वाष्प में विघटित हो जाते हैं, परन्तु वहां आस-पास अधिक ऑक्सीजन नहीं होती| यदि ऑक्सीजन की मात्रा ढेर के केंद्र में पहुँच जाती है तो यह हाइड्रोजन परमाणुओं के साथ संयोग करेगी| कार्बन परमाणुओं की अपेक्षा हाइड्रोजन परमाणु ऑक्सीजन के साथ अधिक सरलता से संयोग करते हैं|

लकड़ी के ढेर के मध्य में, तब एक पदार्थ एकत्रित हो जाता है, जो मुख्यतः कार्बन परमाणु होते हैं| जब कार्बन परमाणु स्वयं विद्यमान रहते हैं, तो ये एक काला पदार्थ बनाते हैं| तुम कह सकते हो कि यह राख नहीं है, क्योंकि राख सामान्यतः सफ़ेद होती है|

एक छड़ी को जलने पर भी तुम ऐसा देख सकते हो| यदि अग्नि को बुझा दिया जाये तो अग्नि के जलने के स्थान पर छड़ी काली होगी| ऐसा इसलिए होता है, क्योंकि हाइड्रोजन परमाणु ऑक्सीजन के साथ पहले संयोग करते हैं तथा कार्बन को वहीं छोड़ देते हैं| इस तरह की छड़ी को जली हुई यानि "चार्ड" कहते हैं|

लकड़ी की अग्नि के केंद्र में, अग्नि के बुझ जाने के पश्चात्, बचे हुए सम्पूर्ण पदार्थ को जली हुई लकड़ी कहते हैं|

जली लकड़ी (चार्ड-वुड)

यदि इस पदार्थ को अग्नि में रखा जाये, तो जली हुई लकड़ी के कार्बन परमाणु जलेंगे| अंततः, कार्बन परमाणुओं को ऑक्सीजन के साथ संयोग करने का अवसर मिलेगा| कार्बन परमाणु स्वयं से कोई वाष्प नहीं देते, तथा इस कारण से वहां पर झिलमिल करती, नाचती हुई ज्वाला भी नहीं होगी| काली जली लकड़ी के टुकड़े केवल गर्म लाल हो जाते हैं, और धीरे-धीरे राख में परिवर्तित हो जाते हैं| धीमी गति से जलने वाले पदार्थ की कमजोर दीप्ती को अंगार कहते हैं, क्योंकि काली लकड़ी इस प्रकार जलती है| बचे पदार्थ को लकड़ी का कोयला/चारकोल कहते हैं|

लकड़ी की अपेक्षाकृत, कोयले के कुछ लाभ हैं| लकड़ी का कोयला/चारकोल लकड़ी की अपेक्षा अधिक धीमे जलता है, तथा यह अधिक गर्मी से जलता है| खाना बनाने में इसका उपयोग लकड़ी की अपेक्षाकृत अधिक लाभकारी है|

लकड़ी का कोयला/चारकोल कार्बन परमाणुओं से बना है, और ये कार्बन परमाणु पहले से ही धातुओं के साथ संयोजित ऑक्सीजन के साथ संयोग कर सकते हैं|

अयस्क "ओर", धातु एवं ऑक्सीजन के संयोग से बने होते हैं| जब कार्बन अयस्क से ऑक्सीजन निष्कासित करता है, तो शुद्ध धातु प्राप्त होती है| लकड़ी के कोयला के जलने से प्राप्त उच्च तापमान इस परिवर्तन में सहायता करता है| धातुओं को (विशेषतः लोहे को) प्राप्त करने के लिये लकड़ी का कोयला/चारकोल अत्यंत महत्वपूर्ण बन गया|

क्योंकि लकड़ी का कोयला/चारकोल वाष्प उत्पन्न नहीं करता, यह अधिक प्रकाश भी नहीं देता| यदि तुम रात्रि में कुछ देखना चाहते हो, तो लकड़ी का कोयला इसमें सहायता नहीं करेगा| तब तुम्हे लकड़ी की आग की आवश्यकता ही होगी|

लकड़ी के कोयले/चारकोल के लाभ इतने अधिक थे, कि लोगों ने जानबूझ करके इसका उत्पादन प्रारंभ कर दिया| वे लकड़ी की एक बड़ी मात्रा में आग लगाकर, उसे ऊपर से मिट्टी से ढँक देते थे, ताकि पहुँचने वाली ऑक्सीजन की मात्रा में कटौती हो|

स्वभाविक रूप से लकड़ी के कोयले/चारकोल को बनाने के लिये लकड़ी को बहुतायत में जलाना पड़ा होगा| एक पौंड अथवा एक किलोग्राम लकड़ी के कोयले/चारकोल को प्राप्त करने के लिये अनेक पौंड/किलोग्राम लकड़ी को जलाना होगा|

प्राचीन समय में मानव को इसमें कोई कठिनाई नहीं हुई| प्रत्येक स्थान पर इतने अधिक पेड़ थे कि कितनी भी लकड़ी जले, इसकी किसी को परवाह नहीं थी| सब जगह लकड़ी बहुतायत में थी|

कुछ किस्म की लकड़ियों ने अन्य की अपेक्षा अधिक प्रकाश दिया| कुछ किस्म की लकड़ियों में मुलायम एवं चिपचिपा गोंद जैसे पदार्थ थे, जिन्हें राल/रेजिन कहते हैं| ऐसी लकड़ियां अधिक तेज ज्योति के साथ जलीं, जिसके कारण रात्रि में देखना संभव हो सका| सदैव हरे-भरे रहने वाले पेड़ जैसे कि चीढ़/देवदार की लकड़ी तेज जली तथा इस कारण से ऐसी लकड़ियाँ मशाल/टोर्च की तरह उपयोग में लायी गयीं|

लकड़ी के अतिरिक्त, अन्य ज्वलनशील पदार्थ भी थे| कुछ जानवरों तथा पौधों से तेल प्राप्त किया जा सका, और ये ज्वलनशील द्रव्य थे| लकड़ी के टुकड़े तेल में भिगोये जाने पर वे और अधिक तेज ज्योति के साथ जलते थे|

तेल को भी उपयोग में लाया गया| पत्थर को खोखला या मिट्टी के बर्तन में तेल का कुंड बनाया जाता तथा इसमें एक बाती को रखा जाता| बत्ती तेल को सोखती थी| बाती के एक सिरे पर तेल धीमे-धीमे जलता, और जैसे-जैसे वो जलता, बत्ती के ऊपर और तेल अवशोषित होता| इस प्रकार दिया निरंतर जलता रहता|

जलते हुए तेल के इस पात्र को दीपक/चिराग/लैंप कहा गया| कुछ साधारण प्रकार के दीपक 70,000 वर्ष पूर्व भी विद्यमान रहे होंगे|

अनेक प्रकार से एक दीपक लकड़ी की अग्नि की अपेक्षा अधिक सुविधाजनक थे| तुम दीपक को एक स्थान से दूसरे स्थान पर ले जा सकते हो| तुम इसे जहाँ चाहो रख सकते हो| अतः, तुम अपना कार्य करते हुए देख सकते हो तथा पढ़ सकते हो| तुम लकड़ी की अग्नि को इस प्रकार कहीं ले जा नहीं सकते|

तथापि, दीपक का तेल दुर्घटनावश फ़ैल सकता है तथा जलता हुआ तेल भयावह अग्नि प्रारंभ कर सकता है|

जंगल - लकड़ी का स्रोत

ठोस तेल भी होते हैं, जिन्हें वसा कहते हैं, जो ज्वलनशील भी होते हैं| इसके अतिरिक्त, मोम भी है, जो मधुमक्खी के छत्ते से उत्पन्न होता है|

मोम अथवा वसा के साथ दीपक की आवश्कता नहीं है| ठोस पदार्थ को धीरे-धीरे तब तक गर्म किया जा सकता है, जब तक कि वह पिघल न जाये| बत्ती को पिघले हुए मोम या वसा से लेपित किया जा सकता है| तत्पश्चात, इसको ठंडा करने से यह लेपन ठोस हो जाता है| लेपन की मोटी-मोटी परतें बनायीं जा सकती है, और अंत में, मोम अथवा वसा की मोटी एक नली प्राप्त होती है, जिसके केंद्र में ऊपर से नीचे तक बत्ती रहती है| इसे मोमबत्ती कहते हैं| मोमबत्ती लगभग 5,000 वर्ष पूर्व पहली बार उपयोग की गयीं|

दीपक की अपेक्षाकृत मोमबत्ती को ले जाना और अधिक सरल है, तथा वो छलकती नहीं थीं|

यद्यपि मोम, वसा, एवं तेल सभी उपयोगी हैं, ये लकड़ी की भांति सब जगह नहीं मिलते हैं| प्राचीन समय में जब विशाल अग्नि की आवश्यकता पड़ती, तब मोम अथवा वसा के बड़े भंडार अथवा बहुतायत में तेल प्राप्त करना कठिन था| सभी छत्तों को एकत्रित करने में, सभी जैतुनो में से तेल निचोड़ने, अथवा मुर्गे और जानवरों के पूरे वसा को पिघलाने में बहुत समय एवं श्रम की आवश्यकता होती|

इस सब में जितना समय लगता उतने समय में लोग कितने भी पेड़ काट सकते थे तथा उनको आग के लिये लकड़ी में चीर सकते थे|

अतः,आधुनिक समय तक, मानव द्वारा उपयोग में लायी गयी लकड़ी ही अग्नि के लिये मुख्य ईंधन थी| संसार के अनेक भागों में, लकड़ी अभी भी मुख्य ईंधन है| अमेरिका में भी, गांवों में तथा कभी-कभी कस्बों में भी, लोग अग्नि स्थलों अथवा भट्टियों में लकड़ी जलाते हैं|

लकड़ी केवल अनोखा ईंधन ही नहीं है, अपितु यह अनेक प्रकार से असाधारण पदार्थ भी है| लकड़ी मजबूत भी है और लम्बे समय तक टिकती है| लकड़ी दिखने में सुंदर है, तथा इसको किसी भी आकृति में काटा जा सकता है| इसको समतल कर इसे मोम से लेपित कर सकते हैं|

इस कारण से, लकड़ी को मकानों-घरों, पानी के जहाजों, फर्नीचर आदि जैसी अनेकों वस्तुएं बनाने में उपयोग किया जा सकता है|

आधुनिक समय में यह देखा गया कि लकड़ी कागज बनाने का सबसे सस्ता स्रोत है, और कागज के भी लाखों उपयोग हैं| जिस कागज पर मै लिख रहा हूँ, तथा तुम जिस पुस्तक को पढ़ रहे हो, यह कागज भी कभी पेड़ो का हिस्सा था|

लम्बे युगों से, मानव लकड़ी पर निर्भर रहा है|

3) कोयला

अग्नि के उपयोग तथा अग्नि से संभव विकास ने जीवन अधिक आरामदायक बना दिया| क्योंकि जन्म लेने वालों को अधिक साल तक जीवित रखा जा सका उससे जनसँख्या अधिक-से-अधिक बढ़ती गयी| जैसे-जैसे लोगों की संख्या में वृद्धि हुई, अग्नि के लिये, मकानों के लिये, जहाज बनाने में, तथा फर्नीचर बनाने में ज्यादा लकड़ी की आवश्यकता हुई| धीरे-धीरे, वर्ष-दर-वर्ष, शताब्दी-दर-शताब्दी, अधिक-से-अधिक लकड़ी उपयोग में लायी गयी|

कोयला बनाने वाले जंगल

लोगों ने इसकी चिंता नहीं की| लगता था की पेड़ कभी भी ख़त्म नहीं होंगे, तथा हमेशा अधिक पेड़ उगते रहेंगे| दुनिया के जंगल लोगों को परियों की कहानी में जादुई दूध के मटके जैसे लगे होंगे| कितना भी दूध मटके से निकालो, वो सदैव भरा ही रहता था|

परन्तु, असली जीवन परियों की कहानी की तरह नहीं होता| पेड़ तेज़ी से बढ़ते हैं और प्रत्येक वर्ष, अत्यधिक लकड़ी बनती है| तदुपरांत, जैसे-जैसे, लोगों ने अधिक-से-अधिक लकड़ी का उपयोग किया, एक समय ऐसा आया, जब प्रति वर्ष नयी लकड़ी का उगना कम और उपयोग अधिक हुआ|

जब ऐसा समय आया, तो जंगल ख़त्म होने लगे| लकड़ी की कमी होने लगी| जिन स्थानों में सभ्यता शताब्दियों तक पनपी वहां लकड़ी इतनी कम हो गयी कि उसे अन्य स्थानों से आयात करना पड़ा|

इस प्रकार, लकड़ी मिलना कठिन हो गयी| अनेक लोगों ने विचार किया होगा तथा इच्छा प्रगट की होगी कि कोई अन्य ईंधन हो जिसका उपयोग किया जा सके, जो लकड़ी की अपेक्षा सामान्य एवं सस्ता हो|

सच में ऐसा अन्य ईंधन मौजूद था| यह ईंधन था अनेक तरह से लकड़ी की भांति था|सच में, यह ईंधन कभी लकड़ी था तथा वनों में अत्यंत लम्बे समय से रहा था|

अति प्राचीन वनों में आधुनिक पेड़ नहीं थे, परन्तु प्राचीन किस्म के थे, जो अब विद्यमान नहीं हैं| ये होर्सटैल कहे जाने वाले पेड़, काई के बंडल, विशालकाय छोटी पत्तियों वाले पौधे, आदि से बने हैं|

लगभग 35-करोड़ वर्ष पूर्व प्रारम्भ हुए तथा 10-करोड़ वर्ष से अधिक तक निरंतर रहे इन पेड़ों के विशाल वन निचले, समतल, तथा दलदली धरती पर उत्पन्न हुए और बढ़े|

स्वाभाविकतः, पेड़ इतने समय तक जिंदा रहे तथा फिर मर गए| कभी-कभी, बिजली कड़कने, हवाई तूफ़ान अथवा बड़े जानवरों द्वारा भी पेड़ गिरते थे| वन अग्नि में भी पेड़ जल सकते हैं, अथवा धीरे-धीरे वृद्ध आयु होने के कारण मरते हैं| इन सभी परिस्थितियों में, यदि वायु उनमे प्रवेश कर सकती है तो उनमे विद्यमान कार्बन एवं हाइड्रोजन परमाणु ऑक्सीजन के साथ धीमे धीमे संयोग करते हैं| परिणाम स्वरुप, पेड़ पूरी तरह नष्ट हो कर सड़ जाते हैं|

जो पेड़ दलदली धरती में पैदा होते, वे छिछले जल में अथवा दलदल एवं कीचड़ में गिर जाते| इससे उनका पूर्ण सड़न अति कठिन हो जाता| कुछ सड़न होती है, परन्तु ऑक्सीजन की कमी रहती, क्योंकि खुली हवा गिरे हुए पेड़ तक नहीं पहुँच पाती|

ऐसे गिरे हुए वृक्षों के साथ भी ऐसा ही होता, जैसे कि जलती हुई लकड़ी में ऑक्सीजन की कमी होता है| हाइड्रोजन परमाणु ऑक्सीजन से संयोग करते हैं, परन्तु कार्बन परमाणु वहीं रहता है|

अन्य शब्दों में कह सकते हैं, गिरे हुए वृक्ष धीरे-धीरे जल कर काले हो जायेंगें, तथा लकड़ी के कोयले की तरह दिखने व व्यवहार करने लगेंगे| जैसे-जैसे, अधिक, और अधिक वृक्ष सैकड़ों, हजारों, लाखों, करोड़ों वर्ष तक गिरते रहे, उससे बनने वाले काले पदार्थ में वृद्धि होती रही| इस पदार्थ की मात्रा लाखों करोड़ों टन में थी|

एक बार, वन का अधिकांश भाग समाप्त हो गया, तो काला पदार्थ मोटी और मोटी मिट्टी/कीचड़ की तहों से ढकता चला गया| नये वन कीचड़ के ऊपर पैदा हुए| तत्पश्चात, काले पदार्थ का दूसरा ढेर बना, जो पुनः कीचड़ से ढँक गया होगा|

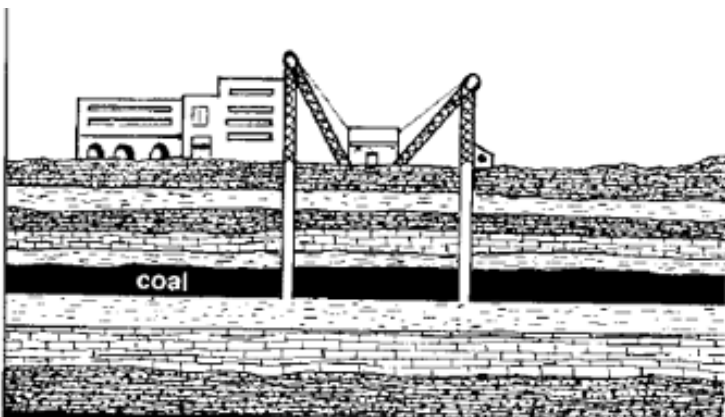
जैसे-जैसे, मिट्टी मोटी होगी, उसके खुद के भार से उसमें से जल को निष्कासित कर देगा| मिट्टी/कीचड़ में बालू एवं बजरी के टुकड़ों ने एक-दूसरे से चिपक कर पत्थर का रूप लिया होगा| पत्थर का भार काले पदार्थ को एक साथ निचोड़ता/दबाता है|

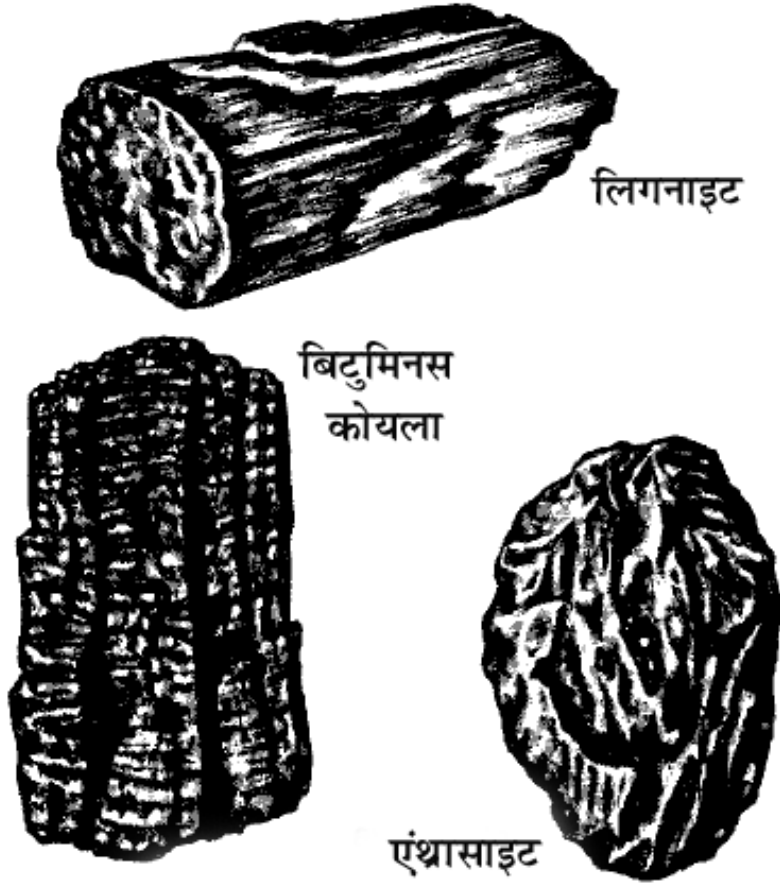
जीवाश्म - कोयले में फर्न का ठप्पा

मानव द्वारा बनाया गया लकड़ी का कोयला/चारकोल अपेक्षाकृत हल्का एवं भुरभुरा/खस्ता होता है| सड़ने वाले वृक्षों द्वारा उत्पन्न काला पदार्थ एक साथ इतना कसकर/ठसाठस दब जाता है कि यह कठोर, भारी एवं ठोस हो जाता है| लकड़ी के कोयले/चारकोल की भांति नहीं दीखता| फिर भी, यह जलता है तथा सुलगता है| अतः, यह एक प्रकार का कोयला है| लोगों ने इसे ही कोयला कहा|

आज भी कोयला बन रहा है| अनेक स्थानों में कीचड़ तथा दलदली क्षेत्र हैं, जहाँ सड़ते हुए वृक्षों को खोद कर निकला जा सकता है, तथा ईंधन की तरह उपयोग करने के लिये सुखाया जा सकता है| यह सूखा हुआ पदार्थ पीट कहलाता है|

हाइड्रोजन का कुछ भाग पहले से ही निकल चुका होता है, अतः नयी/ताज़ी लकड़ी की अपेक्षाकृत पीट में अधिक कार्बन है| नयी/ताज़ी लकड़ी में लगभग 50 प्रतिशत कार्बन होता है, परन्तु पीट में लगभग 60 प्रतिशत कार्बन होता है|

अगला चरण भूरा कोयला है, जिसमे शुष्क होने पर लगभग 70 प्रतिशत कार्बन होता है|

शाफ्ट माइन (खदान)

इसके आगे, एक प्रकार का कोयला होता है, जिसमे लगभग 85 प्रतिशत कार्बन है| यदि इस कोयले को वायु की अनुपस्थिति में इस प्रकार गर्म किया जाये कि यह जले नहीं, 15 प्रतिशत जो कार्बन नहीं है, निष्कासित हो जायेगा|

निष्कासित पदार्थ काला तारकोल है जिसे प्राचीन समय में डामर/बिटुमिन कहते थे| इसी कारण से इस प्रकार के कोयले को डामरयुक्त/ बिटुमिनस कोयला कहते हैं|

अंत में, एक प्रकार का कोयला होता है जिसमे न्यूनतम कार्बन 95 प्रतिशत होता है| यह लाल गर्म लपट के साथ जलता है, तथा लकड़ी के कोयले/चारकोल की भांति अंगार बनाता है| अंगार के लिये ग्रीक शब्द एंथ्रेक्स है, अतः इस प्रकार के कोयले को पत्थर का कोयला/एंथ्रेसाइट कोयला कहते हैं|

कोयले के अलग-अलग प्रकार

कोयला सदैव से ही अत्यंत धीमे बना, और प्राचीन युग की अपेक्षा जब विशाल वन दलदली धरती में विद्यमान थे, इन दिनों और अधिक धीमे से बनता है| अतः, पीट एवं भूरा कोयला/लिग्नाइट विश्व के सम्पूर्ण कोयले का केवल लघु भाग है| पत्थर का कोयला/एंथ्रेसाइट कोयला कुछ ही क्षेत्रों में बना, जहाँ अत्यंत अधिक दबाव रहा| यह भी विश्व के सम्पूर्ण कोयले का लघु प्रतिशत है|

अधिकांश कोयला डामरयुक्त/ बिटुमिनस है, और यह पृथ्वी के नीचे बहुतायत में है| पृथ्वी में इसकी मात्रा यहाँ वहां 8,000,000,000,000 टन तक हो सकती है|

जब तक कोयला धरती के नीचे है, संभवतः लोगों को इसका ज्ञान नहीं रहता| फिर भी, करोड़ों वर्षों की अवधि के दौरान, धरती परिवर्तित नहीं रही|

हमारे पैरों के नीचे, धरती की चट्टानें, अपनी स्थिति में अत्यंत धीमी गति से परिवर्तन करती रहती हैं| जब हम देखते हैं, तो ऐसा प्रतीत नहीं होता| परन्तु, लम्बे युगों में ऐसा होता है| जैसे जैसे पृथ्वी की सबसे बाहरी तहों में अनेक परिवर्तन होते हैं, चट्टानों की तह एक साथ दब जाती हैं अथवा दूर खिंच जाती हैं| पृथ्वी के भाग ऊपर की ओर दब कर पहाड़ बना देते हैं, जबकि अन्य भाग नीचे ढल जाते हैं|

धरती के नीचे कोयले की तह उतार-चढ़ाव के साथ घूम जाती हैं तथा करोडों वर्ष पश्चात्, प्रारंभ होने वाली गहराई की अपेक्षा, और गहरी चली जाती हैं| कुछ तह सतह पर ही समाप्त हो जाती हैं, जिससे कि कोयले के छोटे-छोटे ढेर इधर-उधर फैले हुए पड़े मिलते हैं|

फिर भी, हजारों-हजारों वर्ष तक लोगों का ध्यान कोयले के ढेरों की ओर आकर्षित नहीं हुआ| वे काले पत्थर जैसे लगते थे| बच्चों ने उन्हें उठाया होगा तथा उनके साथ खेला होगा, जैसे कि वे किसी अन्य पत्थर के साथ खेलते थे | काला पत्थर ऐसा नहीं था, जिससे औजार बनाया जा सके| अतः, युवा वर्ग ने इसमें कोई रूचि नहीं ली|

4) औद्योगिक-क्रांति

कोयले के साथ एक समस्या और भी थी| यह कहना सरल नहीं था कि वो जलेगा| पदार्थ ज्वलनशील होने पर भी जलाने में कठिन हो सकता है| कोई विशेष पदार्थ जलाने के लिये कठिन अथवा सरल है, इस बात पर निर्भर है कि पदार्थ किस दशा में है|

ज्वलनशील पदार्थ विभिन्न स्थानों पर अधिक वायु के प्रवेश होने पर, अधिक सरलता से जलना प्रारंभ कर सकता है| लकड़ी के ठोस टुकड़े का जलना शुरू होना कठिन है| परन्तु, यदि तुम इस ठोस टुकड़े को पतली छड़ियों में चीरो, वायु उन् सभी छड़ियों की सतह तक प्रवेश कर जायेगी| मूल टुकड़े की अपेक्षा, छड़ियों का जलना अधिक सरल होगा| लकड़ी का बुरादा और भी अधिक सरलता से जलना प्रारंभ कर देगा|

लकड़ी के कार्बन परमाणुओं की अपेक्षा, हाइड्रोजन परमाणुओं को अधिक सरलता से जलाया जा सकता है| ईंधन में कार्बन का प्रतिशत जितनी अधिक होगा, उतना ही उसका जलना कठिन होगा| तथापि, एक बार यह जल गया तो फिर वो जलता रहेगा|

क्योंकि लकड़ी के कोयले (चारकोल) में लगभग सम्पूर्ण कार्बन है, लकड़ी के जलने की अपेक्षा, इसका जलना प्रारंभ होना कठिन है| क्या कभी तुमने मांस/मछली के टुकड़े अथवा कबाब को भूनने के लिये आँगन में किसी को लकड़ी के कोयले (चारकोल) की आग को प्रारंभ करते हुए देखा है? तुम देख सकते हो कि वह लकड़ी के कोयले (चारकोल) को जलना प्रारंभ करने के लिये पहले कागज जलायेगा| अथवा, इसको प्रारंभ करने के लिये वह ज्वलनशील द्रव को लकड़ी के कोयले (चारकोल) के ऊपर डालेगा |

कम-से-कम लकड़ी का कोयला (चारकोल) छिद्रयुक्त होता है| इसमें इतने छोटे छिद्र होते हैं कि उन्हें देख नहीं सकते| वायु इन छिद्रों में प्रवेश कर सकती है, तथा लकड़ी के कोयले के भीतरी भाग में पहुँच जाती है| लकड़ी के कोयले की अपेक्षाकृत, पत्थर का कोयला कठोर होता है तथा उसके समान छिद्रयुक्त नहीं होता है| अतः, पत्थर के कोयले को जलाना प्रारंभ करना और भी अधिक कठिन होता है| पत्थर के कोयले की आग शुरू करना काफी कठिन होता है|

फिर भी, कभी-कभी, पत्थर का कोयला जलता है| संभवतः, कैम्प-फायर प्रारंभ करते कोई पत्थर के कोयले का टुकड़ा कैम्प-फायर में पड़ गया हो| हो सकता है की कुछ पत्थर के कोयले के टुकड़े आग जलने वाली जगह पर पड़े रहे हों|

अग्नि समाप्त होने के बाद शायद किसी ने राख में चमकते हुए काले पत्थर को देखा हो| अन्य चीज़ों के ठन्डे होने पर भी यह चमक देता व गर्म रहता | यदि एक टहनी अथवा घास की कुछ पत्तियां को चमकते हुए काले पत्थर पर रखा जाये तो यह भी जलने लगेंगी|

ऐसा अनेक बार हुआ होगा, तथा जिन लोगों ने इसे देखा, उन्होंने विचार किया होगा कि, “क्या यह कुछ विचित्र नहीं है?” बाद में वो इसके विषय में भूल गए होंगे| तदुपरांत किसी ने उन जलने वाले काले पत्थरों को ध्यान से देखा होगा| वे धीमे जलते हैं, तथा अच्छी गर्मी देते हैं| वृक्षों को काटने तथा चीरने की अपेक्षा, इन काले पत्थरों का उपयोग सरल होगा|

1000 वर्ष पूर्व चीन में लोगों ने पत्थर के कोयले को पहली बार जान बूझकर जलाना प्रारंभ किया| उन दिनों चीन विश्व में सबसे अधिक संपन्न राष्ट्र था|

उस समय, यूरोप में लोगों को चीन में क्या हो रहा है इसका कुछ भी ज्ञान नहीं था| तब चीन एक विशाल राज्य का केंद्र था|

मार्को पोलो

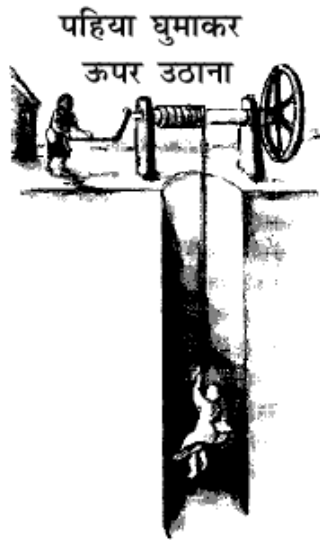
मार्को पोलो वहां अनेक वर्षों तक चीन में रहा तथा यह देखकर आश्चर्यचकित हुआ कि कितनी प्रकार से यूरोप की अपेक्षा, चीन विशाल, अमीर तथा अधिक सभ्य था| अंततः वह 1295 में चीन वापस गया और 3 वर्ष बाद उसने चीन में अपने अनुभव पर एक पुस्तक लिखी| इस पुस्तक में उसने कहा कि अनेक ईंधन के रूप में चीन काले पत्थरों को जलाने का प्रचलन था|

मार्को पोलो की पुस्तक सबसे अधिक बिकने वाली थी| सम्पूर्ण यूरोप में अनेक शिक्षित लोगों ने इस पुस्तक को पढ़ा| मार्को पोलो ने जो कहा, उस पर उनको पहले विश्वास नहीं हुआ, यद्यपि वो सच है इसे आज हम जानते है| कुछ लोग काले पत्थरों के विषय में पढ़कर आश्चर्यचकित हुए होंगे|

संभवतः, जिसने काले पत्थर को शिविर कैम्प-फायर में दहकते हुए देखा होगा, उसने कुछ और काले पत्थरों को प्राप्त करने का प्रयास किया होगा|

अगले कई सौ वर्ष की अवधि के दौरान, यूरोपवासियों ने अपने आस-पास में पड़े हुए पत्थर के कोयले को जलाना प्रारंभ किया| नेदेर्लंड्स में यूरोपवासियों ने प्रथम बार भूमि में पत्थर के कोयले को खोदने का प्रयास किया|

इसमें कोई असाधारण बात नहीं थी| लोगों ने धातुओं को बनाने के लिए अयस्कों तथा मूल्यवान रत्नों को प्राप्त करने के लिये धरती को पहले भी खोदा था| यदि धरती में ज्वलनशील काले पत्थर थे, तो वे धरती के नीचे अधिक गहराई पर नहीं होंगें?

कोयला खदान में घुसने के पुराने तरीके

नेदेर्लंड्स में खुदाई के दौरान लोगों को धरती के नीचे पत्थर का कोयला प्राप्त हुआ|

क्योंकि नेदेर्लंड्स एवं इंग्लैंड, उत्तरी सागर (नार्थ-सी) के पार एक-दूसरे के सामने हैं, इसलिए नेदेर्लंड्स के लोग इंग्लैंड के लोगों के साथ बहुतायत में व्यापार करते थे|

इंग्लैंड के लोगों ने नेदेर्लंड्स के लोगों को काले पत्थरों को जलाते हुए देखा| उनमे से कुछ वैसे ही काले पत्थर इंग्लैंड में भी देखे थे|

इंग्लैंड के लिये यह महत्वपूर्ण था| वेल्स सम्मलित होने पर ग्रेट-ब्रिटेन समस्त द्वीप का तीन-पांचवां भाग था (शेष स्कॉटलैंड राष्ट्र था)| अंग्रेज लोगों को अपनी भट्टियों, मकानों, जहाजों के लिये लकड़ी की आवश्यकता थी, परन्तु, 1600 तक, वहां आस-पास के अधिकांश वन लुप्त हो गए थे|

इंग्लैंड, समुद्र पार से लकड़ी प्राप्त कर सकता था, परन्तु यह जोखिम से भरा था|

इंग्लैंड अपनी सुरक्षा के लिये अपने बनाये जहाजों पर निर्भर था| स्पेन, फ्रांस, तथा ऑस्ट्रिया सभी राष्ट्रों की जनसँख्या इंग्लैंड की जनसँख्या से अधिक थी तथा सभी के पास शक्तिशाली सेना थी| द्वीप पर स्थित होने के कारण अन्य देश इंग्लैंड पर आक्रमण नहीं कर सके, तथा न ही उस पर नियंत्रण कर सके|

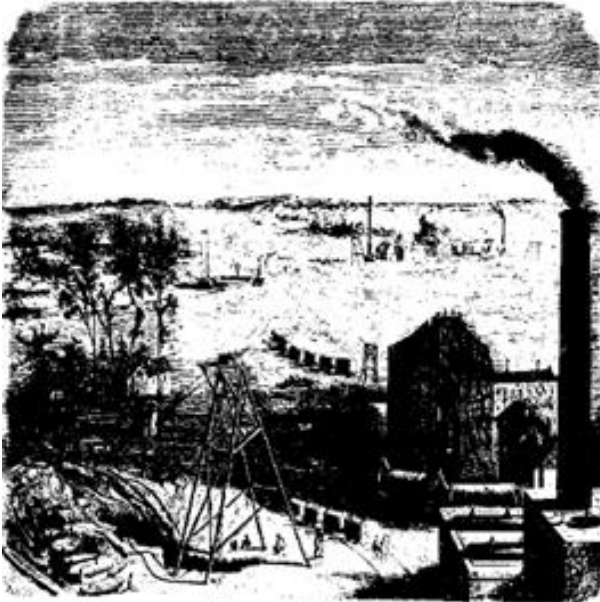
यदि इंग्लैंड द्वीप के बाहर से लकड़ी पर निर्भर हो और दुश्मन उनकी आपूर्ति रोक दें तो क्या होगा? अंग्रेजी जल-सेना को हानि पहुंचेगी, तथा वो क्षीण हो जायेगी और हार भी सकती थी|

इंग्लैंड को लकड़ी की आपूर्ति खुद ही करनी थी, इसका अर्थ था कि उन्हें लकड़ियों का उपयोग किफ़ायत से करना था| यदि अंग्रेजों को जलाने के लिये कोई और ईंधन मिले तो जहाजों के लिये अधिक लकड़ी की बचत की जा सकती थी|

फिर पत्थर का कोयला क्यों न उपयोग में लाया जाये?

जब अंग्रेजों ने पत्थर के कोयले की खोज की तो उन्हें देश के उत्तर में पर्याप्त मात्रा में पत्थर का कोयला प्राप्त हुआ| लोगों ने इसे खोद कर निकाला, तथा गाड़ियों/वैगनों से उसे न्यूकैसल शहर में लाये, जो इंग्लैंड के उत्तरी सागर तट पर स्थित था| वहां से जहाजों द्वारा पत्थर के कोयले को लन्दन लाया गया|

इंग्लैंड को पत्थर के कोयले की अत्यंत आवश्यकता थी, तथा उत्तरी इंग्लैंड में इसको अधिक-से-अधिक निकाला/खोदा गया| तथा न्यूकैसल से बाहर जहाजों द्वारा भेजा गया|

1660 में इंग्लैंड 20 लाख टन पत्थर का कोयला प्रति वर्ष उत्पादित कर रहा था जो दुनिया के कुल उत्पादन का 80 प्रतिशत था|

१८०० में न्युकासेल, इंगलैन्ड

लन्दन में पहले लाया गया पत्थर का कोयला मुख्यतः ईंधन के लिये उपयोग किया गया| इसका उपयोग भोजन बनाने एवं सर्दी में मकानों को गर्म करने में किया गया| यह तारकोलयुक्त/ बिटुमिन कोयला था, इसलिए यह धुंए एवं गंध के साथ जलता था| इसने शहर को कालिख से ढँक दिया तथा शहर पहले की अपेक्षा ज्यादा गन्दा हो गया|

फिर भी, सरकार ने इसे प्रोत्साहित किया, क्योंकि कठिनाई से प्राप्त लकड़ी को जलाने की अपेक्षा, यह अधिक उपयुक्त था|

तब भी, लकड़ी को विशाल मात्रा में लकड़ी का कोयले/चारकोल बनाने के लिए जलाना पड़ता था| अयस्क से लोहे को प्राप्त करने लिये, केवल लकड़ी का कोयला/चारकोल ही उपयोग में लाया जाता था| लोहे के लाखों उपयोग थे| जब तक ब्रिटेन के पास लोहे की शक्तिशाली तोपें नहीं थी, तब तक अंग्रेजी युद्धपोत सुरक्षित नहीं थे|

लोहे को बनाने के लिये भट्टियों को जंगलों में बनाना पड़ता था, जहाँ पर ज्यादा पेड़ होते| लोहे के उपयोग के स्थान से ये वन बहुत दूर थे, और इसके अतिरिक्त वन धीरे-धीरे सिकुड़ रहे थे| लकड़ी के उपयोग से जंगले ख़त्म हो रहे थे|

क्या इसके स्थान पर पत्थर के कोयले का उपयोग संभव था? पत्थर के कोयले छोटे टुकड़ों में मिलते थे| उन्हें कहीं भी ले जाया जा सकता था| अब भट्टियों को वहां स्थापित किया जा सकता था जहाँ पर लोहे की आवश्यकता थी|

प्रश्न यह था कि तारकोलयुक्त/ बिटुमिन कोयला काम करेगा, या नहीं? कोयले पर्याप्त उच्च तापमान के साथ नहीं जलता था|

१८९० में लंदन में प्रदूषण की स्थिति

फिर भी, 1603 में एक हियू प्लाट नाम के एक अंग्रेज ने खोज की कि यदि तारकोलयुक्त वाले कोयले को विशेष प्रकार से गर्म किया जाये जिससे ऑक्सीजन उस तक नहीं पहुंचे, तो कोलतार वाला पदार्थ निष्कासित होकर जल सकता है| शेष बचने वाले पदार्थ को कोक कहते हैं| कोक में कार्बन ही था तथा वो लकड़ी के कोयले/चारकोल जैसा था| कोक अयस्क के साथ उच्च तापमान पर जलता और उससे लौह बनता|

पहली बार का कोक अच्छे गुणों वाला नहीं था| अच्छे कोक को बनाने तथा उससे लौह बनाने में एक लंबा समय लगा| तब, 1709 में अब्राहम डर्बी नाम के अंग्रेज ने कोक को बड़े पैमाने पर लौह उत्पादन में इस्तेमाल किया|

इसका अर्थ हुआ कि पत्थर के कोयले एवं कोक के कारण इंग्लैंड की लकड़ी की खपत में बचत हुई|

उसी दौरान अन्य अंग्रेज, पत्थर के कोयले एवं लौह अयस्क की खदानों को विकसित करने की विधि खोज रहे थे| खदानों को उपयोगी बनाने के लिये यह ज़रूरी था कि खदानों में भरे पानी को बाहर निकला जाये| बहुत से लोगों को यह मेहनत का काम करना पड़ता था|

क्या इसके लिये भाप का उपयोग हो सकता था? केतली में पानी उबालने से उसके मुहं से भाप तीव्रता से बाहर आयेंगी| संभवतः, भाप की ऐसी धारा का उपयोग खदानों से जल को बाहर निकालने में किया जा सके| संभवतः भाप से एक नली को भरा जा सके| नली को ठंडा करने पर तो भाप पुनः जल में परिवर्तित हो जायेगी, तथा नली में कुछ भी शेष नहीं रहेगा, यहाँ तक कि वायु भी नहीं| नली में निर्वात (वैक्यूम) रहेगा| यदि नली को कहीं दूर जल के किनारे पर अटकाया जाये, तो निर्वात को भरने के लिये उसमे पानी चढ़ेगा | इस प्रकार, जल को खदान से बाहर निकाला जा सकेगा|

न्यूकोमिन्स के इंजन पर शोध करते हुए जेम्स वॉट

1698 में थोमस सावेरी नाम के अंग्रेज ने खदान से पानी निकालने के लिये एक भाप का इंजन बनाया| इसने उच्च दाब की भाप का उपयोग किया, जिससे वहां विस्फोट भी हो सकता था और लोगों की मृत्यु भी हो सकती थी|

1725 में थोमस न्यूकोमेन नाम के अन्य अंग्रेज (जो थोमस सावेरी का सहयोगी था) ने पानी को खदान से निकालने के लिये एक प्रकार का भाप इंजन बनाया, जिसमे भाप को कम-दाब पर उपयोग किया जा सकता था| इसका काम अच्छा और सुरक्षित भी था| 1778 तक, कोर्नवॉल राज्य की खदानों में 70 से भी अधिक न्यूकोमेन भाप इंजन कार्यरत थे|

किसी भी भाप इंजन को कार्य करने के लिये शुरू में भाप की आवश्यकता होती थी| भाप को प्राप्त करने के लिये पानी को उबालना होता था| और पानी को उबालने के लिये ईंधन को जलाना होता था|

कार्य करने के लिये भाप चाहिए होती और उसे उत्पन्न करने में बहुत ईंधन लगता था| ईंधन से उत्पन्न ऊष्मा का 200 में से केवल 1 भाग ही पंप करने का उपयोगी कार्य करता था| ऊष्मा का शेष भाग इंजन के लोहे और उसके आसपास की हवा को गर्म करता था| यह ईंधन का भयानक दुरूपयोग था|

1765 में जेम्स वाट नाम के स्कॉटिश इंजिनियर ने नायाब इंजन बनाया, जिसने न्यूकोमेन भाप इंजन की अपेक्षा ईंधन का 6 गुणा कम उपयोग किया| अतः, यह इंजन उससे 6 गुणा अधिक प्रभावशाली था|

जेम्स वॉट
(१७३६-१८१९)

वाट ने अपने डिजाईन को निरंतर सुधारना ज़ारी रखा| अब वाट के भाप इंजन ने पूर्ण रूप से न्यूकोमेन भाप इंजन का स्थान ले लिया| 1800 तक इंग्लैंड में वाट के लगभग 500 भाप इंजन कार्यरत थे|

इसके बाद भी, वाट ने अनेक तरीके निकाले जिनसे भाप इंजन का उपयोग एक पिस्टन को खींचने एवं धक्का देने में किया जा सके, तथा एक जिससे पहिया घूम सके| अब भाप इंजन का उपयोग केवल पम्पों तक ही सीमित नहीं था| भाप इंजन द्वारा प्रत्येक मशीन को मानव की अपेक्षा तीव्र एवं अधिक समय तक चलाया जा सकता था|

विशेषतः, ऐसे भाप इंजन बनाये गए जो मशीनों को चला सके, तथा मशीनों द्वारा धागों को कात सकें, तथा बुन सकें| इससे सूती कपड़ा अत्यंत कम मूल्य पर बन सका| इसे ही हम औद्योगिक-क्रांति का प्रारंभ कहते हैं|

राबर्ट फुल्टन (१७८५-१८१५)

तब तक इंग्लैंड और स्कॉटलैंड आपस में जुड़े और उनसे मिलकर ग्रेट-ब्रिटेन बना| अब ग्रेट-ब्रिटेन कारखानों का राष्ट्र बन गया और सम्पूर्ण विश्व के लिये सूती कपड़ों का उत्पादन करने लगा| कपड़ों से कमाए धन से वो कपास जैसे पदार्थों को खरीदता था| क्योंकि ग्रेट ब्रिटेन तैयार माल को महंगे मूल्य पर बेंचता था, उससे वो शीघ्र ही विश्व का सबसे अमीर एवं शक्तिशाली राष्ट्र बन गया|

वाट का भाप इंजन अभी भी ईंधन से प्राप्त ऊर्जा का लगभग 90 प्रतिशत भाग व्यर्थ करता था| यदि इसमें लकड़ी का उपयोग किया जाता तो ग्रेट-ब्रिटेन के वन शीघ्रता से समाप्त हो जाते तथा वहां आई औद्योगिक क्रांति धीरे-धीरे समाप्त हो जाती|

तब वहां पर भाप इंजन में पत्थर के कोयले का उपयोग होने लगा| ग्रेट-ब्रिटेन के पास पत्थर के कोयले के विशाल भंडार थे| पत्थर के कोयले के कारण ही ग्रेट-ब्रिटेन में औद्योगिक क्रांति संभव हो सकी|

भाप इंजन केवल खदानों व कारखानों में ही उपयोग नहीं थे, उनका जहाजों पर पतवार के पहिये को घुमाने में

उपयोग भी संभव था| तब जहाजों को वायु एवं जलधारा के विरूद्ध भी ले जाया जा सकता था|

भाप से चलने वाला ऐसा जहाज 1787 में प्रथम बार जॉन फिच नाम के एक अमेरिकी ने बनाया| उस समय वो जहाज द्वारा धन नहीं कमा सका| 1807 में, रोबर्ट फुल्टन नाम के अन्य अमेरिकी ने एक और भाप का जहाज बनाया जो सफल रहा| धीरे-धीरे सभी व्यापारिक जहाज भाप द्वारा चलने लगे|

जमीन पर भाप इंजनों का उपयोग पहियों को घुमाने के लिए किया जा सका| एक शक्तिशाली वैगन को घोड़े के बिना खींचें भाप इंजन के ज़रिये चलाया जा सका| वैगन को समतल लोहे की पटरियों पर रखा जाया जिससे की घर्षण कम हो| यही वैगन-लोकोमोटिव (लैटिन शब्द जिसका अर्थ स्वयं चलायमान है) था| लोकोमोटिव अपने पीछे लगे डिब्बों को भी खींचता था| उससे लोगों तथा सामान को भी लाया ले जाया जा सकता था| इस प्रकार, डिब्बों की रेल पटरियों पर यात्रा कर सकी|

1814 में जॉर्ज स्टीफ़नसेन नाम के अंग्रेज इंजिनियर ने प्रथम सफल लोकोमोटिव बनाया|

औद्योगिक क्रांति से दुनिया को तेज़ी से बदल रही थी| यह इसलिए संभव हुआ क्योंकि पत्थर के कोयले पानी को भाप में परिवर्तित कर रहे थे|

5) पत्थर के कोयले का वर्तमान एवं भविष्य

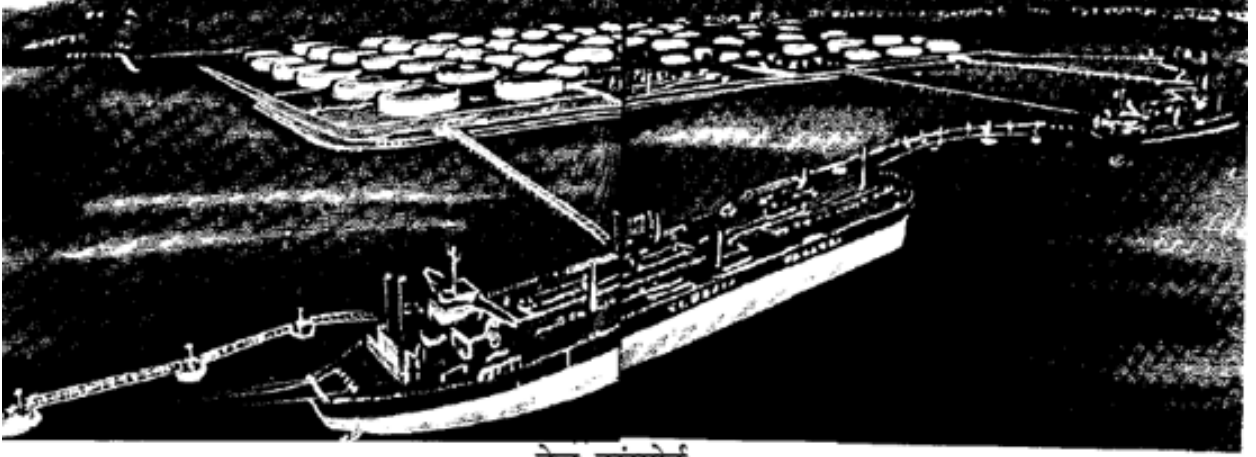
ग्रेट-ब्रिटेन ऐसा पहला राष्ट्र था जहाँ औद्योगिक क्रांति हुई| अमेरिका का संयुक्त राष्ट्र एवं जर्मनी 19वीं शताब्दी के अंत तक औद्योगिक हुए और ऐसा संभव इसलिए हो सका क्योंकि अमेरिका का संयुक्त राष्ट्र एवं जर्मनी दोनों के पास अपनी सीमाओं में पत्थर के कोयले के विशाल भंडार थे|

1900 के पश्चात्, रुसिओं ने भी खुद का औद्योगिकीकरण करना प्रारंभ किया| रूस के पास भी पत्थर का कोयला बहुतायत में था| रूस अथवा संयुक्त रूस गणराज्य के पत्थर के कोयले का उत्पादन किसी भी अन्य राष्ट्र से अधिक था|

वर्तमान में लगभग 300 करोड़ टन से भी अधिक पत्थर का कोयला निकाला तथा जलाया जाता है|

यह सब उचित नहीं है| एक बात यह है कि, पत्थर के कोयले के जलने से कालिख एवं धुआं उत्पन्न होता है| इससे औद्योगिक राष्ट्रों के बड़े शहर गंदे होते जा रहे हैं|

बिटुमिन/टारयुक्त कोयले की अपेक्षा, एंथ्रेसाइट कोयला बहुत कम धुएं के साथ जलता है, परन्तु एंथ्रेसाइट कोयला सामान्य नहीं है| बिटुमिन/टारयुक्त कोयले को धुआं मुक्त (साफ़ सुथरे तरीके से) जलने के लिये संसाधित यानि साफ़ किया जा सकता है| परन्तु इससे यह अधिक महंगा बन जाता है|

लोगों को पत्थर का कोयला प्राप्त करने के लिये गहरा और गहरा खनन करना पड़ता, पर ऐसा करना खतरनाक था| विस्फोटों में, सुरंगों में, तथा फेफड़ों में कोयले की धुल से उत्पन्न बीमारियों से तमाम लोगों की मृत्यु हुई| कोयले को खदानों से उपयोग के स्थान पर ले जाना भी कठिन था| कोयला भारी होता है, और उसे भट्टियों में डालना तथा जलाना भी कठिन होता है|

तेल ट्रांस्पोर्ट

19वीं शताब्दी के अंत में लोगों का ईंधन के लिये तेल के प्रति ध्यान आकर्षित होना प्रारंभ हो गया था| पौधों एवं पशुओं से प्राप्त तेल उपयोग करने के पर्याप्त नहीं था| फिर, धरती के नीचे से तेल को पम्पों द्वारा बाहर निकालना संभव हो सका| पेट्रोलियम को विभिन्न प्रकार से शोधित किया जा सका, जैसे कि मिट्टी का तेल, पेट्रोल, डीजल आदि|

तेल के अनेक लाभ थे| इसका खनन नहीं करना होता था| धरती में एक गहरा छेद करके तेल को पम्पों द्वारा निकाला किया जा सकता था| इसको प्राप्त करने के लिये किसी को धरती के नीचे जाने की आवश्यकता नहीं थी|

तेल को एक स्थान से दूसरे स्थान पर ले जाना भी बहुत सरल था| उसे भट्टियों में उचित दर से पंप किया जा सकता था| उसको सरलता से जलाया जा सकता है| उसमें कोई राख उत्पन्न नहीं होती थी|

तेल से प्राप्त कुछ पदार्थों को वाहन - जैसे कि बस, ट्रक, जहाज, हवाई जहाज को चलने में उपयोग कर सकते हैं| इसका उपयोग घरों को गर्म करने, भाप इंजनों को चलाने तथा विद्युत् पैदा करने हेतु किया जा सकता है|

केवल एक कार्य तेल नहीं कर सकता, जो कोयला कर सकता है| वह है कोयला लौह अयस्क को लोहे में परिवर्तित कर सका| कोयले का काम लोहे एवं इस्पात को बनाना था|

कनॉडा और अमरीका में कोयले की खदानें

जैसे-जैसे 20वीं शताब्दी प्रारंभ हुई, ईंधन के रूप में धीरे-धीरे तेल उपयोग बढ़ता गया| 1950 के पश्चात् विश्व में तेल सबसे अधिक महत्वपूर्ण ईंधन हो गया| 1950 से पहले के मुकाबले अब सम्पूर्ण विश्व में औद्योगिकीकरण तीव्रता से हो रहा था, और यह तेल के कारण संभव था|

इसी तरह की समस्या तेल के लिये भी थी| कोयले की अपेक्षा, धरती में तेल बहुत कम था| 1970 के दशक में यह लगने लगा था कि तेल बहुत अधिक समय तक नहीं रहेगा| ऐसा लगने लगा कि 1980 के दशक में आवश्यक ऊर्जा के उत्पादन के लिये पर्याप्त तेल नहीं बचेगा|

महत्वपूर्ण यह भी है कि तेल का अधिकांश भाग मध्य-पूर्व में स्थित है जो विश्व का अस्थिर भाग है| 1973 में तेल उत्पादन करने वाले राष्ट्रों ने तेल के मूल्य को बहुत तेज़ी से बढाया|

तेल के अभाव में दुनिया क्या करेगी?

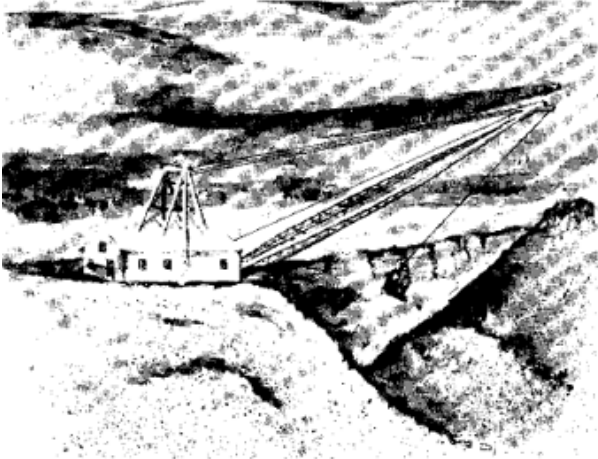
दुनिया अब हरेक काम के लिये मशीन पर निर्भर है| उदहारण के लिए मशीनो की सहायता से हम औद्योगिक क्रांति से पूर्व, उत्पादित अन्न की अपेक्षा, कहीं अधिक अन्न पैदा कर पाए| वाट के भाप इंजन के समय से अब विश्व की जनसँख्या 5-गुणा हो गयी है|

यदि तेल समाप्त हो जाये तथा मशीन बंद हो जायें तो, विश्व की अधिकांश जनसँख्या भूखों मर जायेगी|

इसको रोकने के लिये, हम वापस पत्थर के कोयले पर जा सकते हैं| अभी भी धरती में कोयला बहुतायत में है| पत्थर के कोयले के विशाल भंडार विश्व के लिए अनेक शताब्दियों तक पर्याप्त होंगे|

हमने पर्याप्त विकास किया है, तथा निरंतर करते रहेंगे| लोगों ने खदानों से कोयला निकालना सीख लिया है| वर्तमान में सुरक्षित तरीके अधिक कोयला निकालने के लिये कुछ ही खदानों की आवश्यकता पड़ेगी|

फिर भी कोयले को लम्बी दूरी तक उपयोग के स्थान पर ले जाना पड़ता है| संभवतः खदान के स्थान पर ही कोयले को हाइड्रोजन के साथ संयोग करने की विधियाँ खोज ली जाएँगी| इससे कोयले को तरल ईंधन में परिवर्तित किया जा सकेगा, जो हर तरह से तेल की भांति सुविधाजनक होगा|

तब भी, कोयले को उपयोग करने की हानियाँ सदैव रहेंगी| धरती से कोयले को खोदकर बाहर लाने से भूमि ख़राब हो जाती है तथा उसके निकट का जल दूषित हो जाता है| वैसे हम इस भूमि को पुनः ठीक कर सकते हैं|

सिट्रप माइनिंग

कोयले के जलने से कालिख, धुआं, एवं वायु प्रदूषण उत्पन्न होते हैं| वायु प्रदूषण को कम करने लिये, कोयले का प्रसाधन/शोधन कर सकते हैं| परन्तु इसमें समय व धन दोनों ही की आवश्यकता होगी| इससे उपयोग में लेने लिये कोयला अधिक महंगा/खर्चीला होगा|

कोयले की आपूर्ती भी सीमित है| तेल की अपेक्षा, कोयला अधिक है, परन्तु कोयला भी किसी दिन पूरी तरह समाप्त हो जायेगा, तब क्या होगा?

सच में, भूमि से निकाला गया सम्पूर्ण कोयला मुख्यतः कार्बन है तथा ऑक्सीजन के साथ संयोग करता है| यह एक गैस उत्पन्न करता है जिसे कार्बन डाई-ऑक्साइड कहते है|

कार्बन डाई-ऑक्साइड खतरनाक पदार्थ नहीं है| इसे हम उपयोगी पदार्थ भी कह सकते हैं| यह वायु में सदैव अल्प मात्रा में विद्यमान रहता है| यह आवश्यक है की इसकी अल्प मात्रा वायु में रहनी चाहिये| हरे पौधे कार्बन डाई-ऑक्साइड पर निर्भर रहकर जीवित रहते हैं| वे सूर्य के प्रकाश की ऊर्जा को कार्बन डाई-ऑक्साइड, जल एवं खनिजों के संयोग के लिये उपयोग करते हैं, तथा पौधों की वृद्धि हेतु पौधों के टिश्यू बनाते हैं|

हरे पौधों के लिये कार्बन डाई-ऑक्साइड की कमी हो सकती है| जब जीव (जंतु/जानवर/पशु) साँस लेते हैं, तो कार्बन डाई-ऑक्साइड उत्पन्न करते हैं| यह क्रिया पौधों द्वारा उपयोग की गयी कार्बन डाई-ऑक्साइड को पुनः दे देती है|

इस स्थिति में, कोयले को जलाकर कार्बन डाई-ऑक्साइड उत्पन्न करना अच्छी क्रिया है| क्या यह और अधिक पौधों को पैदा करने में सहायक होगी?

ऐसा लगता नहीं है| पौधों की दुनिया द्वारा उपयोग की जाने वाली कार्बन डाई-ऑक्साइड की अपेक्षा, हम कार्बन डाई-ऑक्साइड को अधिक वेग से उत्पन्न कर रहे हैं| 1900 से वायु में निरंतर कार्बन डाई-ऑक्साइड की वृद्धि

होती जा रही है| अब यह 10,000 में 3/5 भाग है| कुछ ही वर्षों में यह 10,000 में 4 भाग हो जायेगी| यह भी कोई अधिक नहीं है| यह हमारे साँस लेने में कठिनाई उत्पन्न नहीं करेगी| परन्तु, इसमें भी समस्या है|

सूर्य का प्रकाश पृथ्वी पर पहुँचने में वायुमंडल के माध्यम से प्रवेश करता है तथा पृथ्वी को ऊष्मा प्रदान करता है| सूर्य से दिन में प्राप्त ऊष्मा को रात्रि में पृथ्वी वापस वायुमंडल में परावर्तित करती है| इस प्रकार, पृथ्वी का औसत तापमान बदलता नहीं है| दिन में पृथ्वी जो ऊष्मा प्राप्त करती है, उसे रात्रि में खो देती है|

यह उन तरंगों से बनी होती है, जो सूर्य के प्रकाश की हैं, परन्तु तरंग अधिक लम्बाई की होती हैं|

वायु में कार्बन डाई-ऑक्साइड द्वारा अवरक्त/इन्फ्रारेड की लम्बी तरंगें अवशोषित हो जाती हैं, जबकि सामान्य प्रकाश की लघु तरंग अवशोषित नहीं होती| सच यह है कि अवरक्त/इन्फ्रारेड फंसकर ट्रैप हो जाती हैं| इसका अर्थ है कि कार्बन डाई-ऑक्साइड की अनुपस्थिति में होने वाली गर्माहट की अपेक्षा कार्बन डाई-ऑक्साइड की उपस्थिति में गर्माहट अधिक गर्म होगी|

जैसे-जैसे वायु में कार्बन डाई-ऑक्साइड की मात्रा बढ़ेगी, अवरक्त/इन्फ्रारेड अधिक अवशोषित होगी तथा पृथ्वी के औसत तापमान में वृद्धि होती रहेगी| तापमान अधिक ऊपर नहीं बढ़ेगा, परन्तु यह संभवतः पृथ्वी की जलवायु परिवर्तन के लिये पर्याप्त रूप से ऊपर जा सकता है|

अब भी वैज्ञानिक जानने का प्रयास कर रहे हैं कि जलवायु में कौन से परिवर्तन हो सकते हैं, तथा कैसे हानिकारक हो सकते हैं| यदि हमे कार्बन डाई-ऑक्साइड की उत्पत्ति रोकनी है तो हम मशीनों को कोयले को जलने की अपेक्षा, अन्य विधियों से चलाना होगा|

हो सकता है हमे हाइड्रोजन को जलाना पड़े| विद्युत् उत्पादन के लिये हम वायु एवं बहते हुए जल का उपयोग कर सकेंगे| हम परमाणु ऊर्जा का उपयोग भी कर सकेंगे| हम सूर्य प्रकाश का उपयोग भी कर सकेंगे|

यह सब किया जा सकता है, परन्तु इसमें समय एवं प्रयास लगेंगे|

फिर भी, यदि समय आता है, जब हम कोयले का उपयोग बंद कर देंगे, हमे सदैव याद रखना चाहिये कि यह कोयला था जिसने औद्योगिक क्रांति को संभव किया| यह कोयला था जिसके कारण आधुनिक विश्व मशीनों के साथ अस्तित्व में आया तथा नवीन अविष्कार हुए|

कोयले के कारण ही अधिक लोगों को भोजन खिलाना संभव हुआ, तथा उन्हें जीवन अधिक सुखमय बना|

और यह सब पिछले अंतिम 300 वर्षों में हुआ| इससे पूर्व कोयला केवल एक काला पत्थर था, जिसका ज्ञान किसी को कठिनता से ही हुआ होगा|

समाप्त 25 अप्रैल २०१४